



Les études & expérimentations techniques

- Qualité et environnement de la station au point de vente

Suivi qualité technologique filière

Suivi qualité commerciale filière

Démarches qualité – environnement / sécurité des aliments

Suivi qualité technologique filière

Contexte et objectifs

Dans un environnement commercial et réglementaire en perpétuelle évolution, les professionnels des filières ont besoin de proposer des produits d'une qualité optimale. Le cheminement commercial du produit de sa récolte jusqu'à sa présentation au consommateur inclut différentes techniques et procédures de maîtrise de ses qualités initiales. En réponse à ces besoins, les programmes du Ctifl se donnent plusieurs objectifs :

- tester et développer les outils et techniques pour évaluer et améliorer la tenue des produits ;
- acquérir des connaissances sur la conservation des différents produits pour conseiller les professionnels ;
- élaborer les conditions d'utilisation optimales des moyens de stockage pour optimiser la conservation longue durée des produits sous différentes atmosphères, les reports de vente et la durée de vie des produits jusqu'au rayon du magasin ;
- améliorer la maîtrise de la praticité et de la maturité des produits pour apporter des réponses aux attentes des distributeurs et des consommateurs ;
- répondre aux attentes de la filière en matière d'emballages des légumes, en tenant compte de l'évolution du préemballage et des unités de ventes consommateurs ;
- développer l'association de modes de présentation et de préparation de produits ou de techniques de conditionnement, plus adaptées aux nouvelles contraintes.

Outils de mesure de la qualité Travaux et résultats

Les outils d'aide à la décision

- Indice « Sensifel[®] » : modèle mathématique donnant une note objective sur la sensibilité aux meurtrissures des pommes. – Après validation du modèle et étude de la sensibilité de nouvelles variétés, les pommes les plus sensibles aux manipulations sont : Pink Lady[®], Golden et Tentation[®]. – Modélisation de l'indice « Sensifel[®] » sous le logiciel « R » qui permettra de donner un écart-type sur cet indice et de comparer statistiquement les lots.
- Finalisation d'un outil d'agrégation qualitatif des pommes à l'entrée de la station (estimation de la gamme des calibres et de la coloration) par analyse d'image de la couche superficielle des palox : « Pixfel[®] ».
- Étude comparative sur pommes et sur pêches des mesures de fermeté et de sucre, faites à l'aide de l'automate Pimprenelle et manuellement (pénétromètre et réfractomètre). Essai mené en collaboration avec les centres Ctifl de Lanxade, de Balandran, de Saint-Rémy de Provence et sur la station La Morinière.

Les outils de mesures non destructifs

- Première année d'étude de l'outil NIR Case de la société Sacmi (spectrométrie proche infrarouge), à la demande de stations pomme. – Évaluation des performances de l'outil pour la mesure non destructive du taux de sucres, de la fermeté et de la détection du brunissement interne des pommes et des pêches. – Les premiers modèles de prédiction construits

pour plusieurs variétés permettent une bonne prédiction du taux de sucre et du brunissement interne. – Pour la fermeté, les modèles actuels doivent être améliorés. Ces résultats seront confirmés par une nouvelle campagne d'essais en 2009.

- Projet européen Isafruit : troisième année de travaux sur la comparaison de différents outils non destructifs de mesure pour évaluer la qualité des pêches : réalisation en Espagne (Irta de Lleida) de deux essais collaboratifs, regroupant des centres de recherche espagnols et français, sur les variétés de pêches Rich Lady^{cov}, O'Henry[®] et Ryan Sun[®] (juillet et août 2008).

Perspectives

- Poursuite du travail d'évaluation de l'outil non destructif NIR Case sur pomme et sur pêche : travaux sur d'autres espèces de fruits (abricot, kiwi, melon, etc.).
- Suite du projet européen Isafruit (2006-2010) financé par l'Union Européenne : élaboration d'un cahier des charges pour un outil multi-capteurs de mesures non destructives de la qualité des fruits.
- Développement de l'ergonomie de l'outil Pixfel[®] pour le rendre opérationnel par les stations fruitières. L'appareil sera proposé aux stations fruitières pour la campagne 2009. Adaptation de l'outil Pixfel[®] à d'autres produits (prune, mirabelle, etc.).
- Étude d'un outil d'analyse d'images permettant de piloter les éclaircissements mécaniques en verger de pommier (projet Casdar 2009-2011).
- Mise au point d'un référentiel visuel d'agrégation du kiwi Gold.

Communication et diffusion

■ Lurol S. *et al.*, 2008. « Mesures non destructives de la fermeté : l'outil Sinclair Internal Quality™ Firmness Tester fait ses preuves. » L'Arboriculture Fruitière, n° 623, p. 29-31.

■ Vaysse P. *et al.*, 2008. « Pixfel®, un outil d'agrèage qualitatif des lots de pommes en palox. » Poster : Journée Nationale Pomme, La Morinière, 19 juin 2008.

Partenariats

■ Stations régionales : La Morinière, Cefel, CEHM, La Pugère.

■ Organismes de recherche : Inra, Cemagref, Cirad, Irta et les centres partenaires du projet Isafruit ; partenaires du projet Pixfel® : Enitab, IMS Bordeaux.

■ Partenariats privés : Sinclair International, Sacmi, Pack Vert, stations de conditionnement.

Équipements et techniques de conservation fruits

Travaux et résultats

Pomme

■ Étude des conditions de conservation des nouvelles variétés pour préciser les critères de cueillette adaptés, préconiser les conditions optimales de stockage et informer les professionnels sur les sensibilités. – Poursuite de la comparaison en 2008 entre deux clones de Pink Lady® (Cripps Pink_{cov} et Rosy Glow_{cov}) : les résultats ont confirmé une sensibilité plus grande de Rosy Glow_{cov} au brunissement interne. – Remise en place en 2008 d'un essai pour identifier les itinéraires limitant le problème. – Lors de la saison 2007-2008, la variété Ariane_{cov} a connu des problèmes de conservation (brunissement interne) jamais observés auparavant dans ces proportions : des études ont été entreprises pour comprendre ce phénomène. – Mise en place d'essais sur la récolte 2008 au sein du réseau national « Conservation », afin d'identifier les facteurs de risque et les itinéraires à préconiser.



■ Recherche de nouvelles techniques de conservation comme alternatives aux méthodes actuelles. – Les traitements à l'eau chaude, actuellement difficilement applicables à grande échelle, présentent un intérêt contre les maladies de conservation. Poursuite des travaux afin de permettre un transfert de cette technique vers les stations fruitières. – Tests de la technique d'atmosphère contrôlée dynamique, permettant de conserver les pommes à des taux très bas d'oxygène (0,5–0,8 %), sur Granny Smith et Pink Lady®.

■ Premier essai de conservation de pommes dans un palox de la société Mat Tiempo. Ce palox étanche est équipé d'un film permettant un stockage sous atmosphère modifiée évoluant selon la respiration des fruits.

■ Essais de traitements phytosanitaires. – Étude de l'impact du 1-MCP (SmartFreshSM) sur les arômes et l'appréciation gustative des pommes. Un premier test a été mené sur la saison 2007-2008. Test reconduit sur la récolte 2008 afin de préciser et de valider les résultats. – Poursuite des travaux sur le 1-MCP (SmartFreshSM) afin d'affiner la connaissance du produit, notamment de son efficacité vis-à-vis d'itinéraires de stockage distincts du cadre strict des préconisations : récoltes trop précoces ou trop tardives, atmosphère contrôlée mal maîtrisée etc. – Étude de l'efficacité de traitements développés par la société Xeda International sur les maladies de conservation.

■ Projet européen Isafruit : suivi des caractéristiques de *Golden Delicious* afin d'alimenter un modèle relatif à la qualité des pommes. Les fruits sont conservés pendant une longue durée en atmosphère contrôlée (récolte 2007), ou sous diverses températures (récolte 2008) afin de disposer d'un large panel d'itinéraires de conservation.

■ Poursuite des études sur les arrière-goûts de la pomme en sortie

d'atmosphère contrôlée. Étude des modalités de transfert des chloroanisoles du bois de palox vers le fruit.

■ Réseau maturité pomme en Provence (départements 13 et 84), coordonné par La Pugère : diffusion d'un bulletin hebdomadaire permettant d'optimiser la cueillette et d'orienter la commercialisation des lots pour les variétés étudiées.

Cerise

■ Poursuite de l'étude d'une vingtaine de variétés en conservation afin d'évaluer leur aptitude et d'identifier de possibles variétés complémentaires aux variétés phares (exemples : Folfer_{cov} et Ferdouce_{cov} – Burlat).

■ Essais de conservation longue durée sur quelques variétés (cf. programme « Emballage, conditionnement, maturation fruits »).

Abricot

■ Évolution de la qualité après récolte de nouvelles variétés et de leur potentiel de conservation : Primaya-ips 1594_{cov}, Lilly Cot_{cov}, Mascot_{cov}, Perle Cot® Apr 384_{cov}, Haroprime_{cov}, Orange Rubis Couloumine_{cov}, Vertige_{cov} et Frisson_{cov}.

■ Évolution de la qualité notamment aromatique de Bergeron au cours de l'entreposage à 1°C en fonction du stade de maturité à la récolte.

Noix

Mise en place d'un dispositif d'étude de la solidité des sutures des coques de noix (bâillement) avec le Pénérobot. Cette étude permettra de mieux classer les clones naturels de Marbot selon ce critère.

Pêche

Évaluation de l'efficacité de traitements thermiques pour lutter contre le développement de pourritures après récolte (trempage ou douchage à l'eau chaude, rayonnement lumineux). Projet réalisé en liaison avec 6 stations

de conditionnement de pêches des Pyrénées Orientales et du Languedoc Roussillon, la structure Transferts LR et l'équipementier Caustier France, avec le concours de la région Languedoc-Roussillon. Le traitement à l'eau chaude permet une réduction des pourritures de l'ordre de 60 à 90 % selon les variétés. Cette méthode a été retenue comme la plus rapidement applicable en station.

Raisin de table

Premier test de trempage de grappes de raisin Muscat de Hambourg dans de l'eau chaude avant conservation. Ces premiers résultats sur la limitation du développement du Botrytis sont intéressants, en comparaison à l'utilisation habituelle de sulfites ou d'atmosphère modifiée (cf. programme «Emballage, conditionnement, maturation fruit»).

Poire

Démarrage d'un essai de stockage longue durée de la variété de poire Elliot^{cov} pour connaître le potentiel de conservation et de maturation de la variété en froid normal ou sous atmosphère contrôlée. Trois porte-greffe sont comparés. L'essai se poursuivra début 2009.

Perspectives

- Nouvelle campagne d'essai sur les traitements thermiques sur pêche et participation à la mise au point d'une machine de traitement en ligne des pêches en station. Test de la technique sur d'autres produits : raisin, cerise, pomme, etc.
- Étude comparée de l'efficacité d'une application d'eau chaude sur des pêches avec ou sans les derniers traitements phytosanitaires avant la récolte.
- Étude de la physiologie du scald et des moyens de le contrôler par des techniques «alternatives» aux traitements phytosanitaires (atmosphère contrôlée dynamique, élimination de l'éthylène, etc.).

Communication et diffusion

Publications

- Westercamp P. *et al.*, 2008. «Conservation de la prune TC Sun Gradiplum cov – Bilan de sept années d'essai.» Infos-Ctifl, n° 243, p. 20-22.
- Loquet B. et Coureau C., 2008. «La journée Nationale

Pomme – La pomme «durable»: quel marché, avec quelles alternatives?». Infos-Ctifl, n° 245, p. 6-7.

- Westercamp P. *et al.*, 2008. «Nouvelles techniques et incidences sur la qualité des fruits.» L'Arboriculture Fruitière, n° 631-632, p. 26.

- Westercamp P. *et al.*, 2008. «Pour bien conserver la prune TC Sun». Réussir Fruits et Légumes, n° 275, p. 30-32.

- Bulletin «Infos stations fruitières», n° 31 et 32.

- Mathieu V. *et al.*, 2008. «Pink Lady®: les points clés». Éditions Ctifl, 80 p.

- Moras P. *et al.*, 2008. «Le froid dans la filière des fruits et légumes.» Revue Générale du Froid & du conditionnement d'air, n° 1088, p. 29-37.

- Réalisation d'un dépliant sur la conservation des variétés de pommes et les principales maladies des pommes après récolte. A la demande des entreprises Absoger, Rohm&Haas et Thermo Refrigeration.

- Affichettes de guides de conditionnement.

Manifestations, Salons, Groupes de travail

- Mathieu-Hurtiger V. *et al.*, 2008. «Raisonner les traitements après récolte.» Poster: Journée Nationale Pomme, La Morinière, 19 juin 2008.

- Lurot S. *et al.*, 2008. «Synthèse des résultats sur les traitements thermiques pour lutter contre *Monilia* sp.» Intervention dans le cadre du groupe de travail «Stations pêche région Languedoc-Roussillon», 17 novembre 2008.

- Participation à la réunion annuelle du Pilier 4 du projet Isafruit et présentation des résultats de l'année dans le cadre du WP4.2., Wadenswill (Suisse), avril 2008.

- Participation au groupe de travail national «Homologation Fruits à pépins», novembre 2008.

- Interventions lors de réunions techniques: «Pink Lady®», centre Ctifl de Balandran, 12

septembre 2008; groupe de travail «Conservation», La Morinière, 2 juillet 2008.

Formations

Stage sur le stockage des fruits à pépins, 2-3 décembre 2008, station La Morinière.

Partenariats

- Stations régionales: La Morinière, Cefel, La Pugère, Sefra, La Tapy.

- Organismes de recherche: partenaires du projet Isafruit.

- Pôles de compétitivité PEIFL et Q@liMEDiterranée.

- Partenariats privés: stations de conditionnement, Caustier France, Transferts LR, Claranor, Absoger, Rohm&Haas, Xeda International, Pomalia, Mat tiempo.

Emballage, conditionnement, maturation fruits Travaux et résultats

Conditionnement en plateau

Comparaison de différents types d'alvéoles du point de vue de la protection contre les chocs. Réalisation de tests sur pommes avec statif (appareil permettant des chutes programmées de plateaux) au moyen d'une sphère instrumentée. Ce sont les alvéoles en polystyrène qui procurent une meilleure protection du fruit.

Emballage pour un stockage sous atmosphère modifiée

- Seconde campagne d'essais de conservation de cerises dans un palox de la société Mat Tiempo. Deux variétés ont été suivies sur 3 semaines à 1°C: Régina et Fermina. La qualité des cerises en sortie est bonne, malgré l'année favorable au développement de pourritures.

- Nouvelle étude sur l'intérêt d'utiliser l'atmosphère modifiée en complément du froid pour conserver des cerises sans pédoncules dans des petits pots plastique de 125 g operculés. L'atmosphère modifiée permet de mieux maintenir la qualité des cerises, mais l'action du froid (1°C) reste prédominante.



- Première année d'essai de stockage de raisin Muscat de Hambourg dans un palox Mat Tiempo. La mise en régime de l'atmosphère est lente car le raisin respire peu, cependant la qualité du raisin est comparable à celle obtenue avec les plaquettes de sulfites après 1 mois de stockage à 0,5°C.
- Projet Tailorpack: démarrage en janvier 2008 d'un projet sur trois ans, financé pour moitié par l'agence nationale de la recherche (ANR). – Ce programme consiste à développer des emballages dans lesquels des substances actives sont incorporées: substances antimicrobiennes, absorbeurs d'éthylène, absorbeur ou émetteur de CO₂. – Deux espèces modèles ont été choisies: l'abricot et la fraise. – Les premiers essais menés ont permis de connaître les taux de respiration de plusieurs variétés d'abricot et de montrer l'intérêt de l'élimination de l'éthylène pour allonger la durée de vie des produits.

Maturation des produits après récolte

Synthèse des essais antérieurs et rédaction d'un article sous forme de fiches pratiques regroupant les conditions optimales pour un affinage des poires et des pêches.

Perspectives

- Mise en ligne d'une base de données «Qualité après récolte et emballages» sur les principales espèces de fruits et de légumes, accessible sur Internet pour l'ensemble des professionnels.
- Début de la rédaction d'un ouvrage sur la maturation des produits pêche, poire, abricot et kiwi. Sortie prévue en 2010.

Communication et diffusion

Publications

- Lurol S. *et al.*, 2008. « La maturation post-récolte des pêches et des poires – Des fiches pratiques pour l'affinage. » Infos-Ctifl, n° 247, p. 13-16.
- Lurol S. *et al.*, 2008. « Poire Elliot cov – Date de récolte et conditions d'affinage. » Infos-Ctifl, n° 243, p. 30-33.

Manifestations, Salons, Groupes de travail

- Lurol S. *et al.*, 2008. « Synthèse des résultats d'essai sur l'affinage de la poire Elliot_{cov} »: intervention sur la station La Pugère pour les stations de conditionnement et les Editeur de la variété, 21 mai 2008.
- Vaysse P., 2008. « Les emballages biodégradables, quelles attentes? » Journée Ctifl «Magasins et marchés fruits et légumes: agencement et nouvelles tendances», centre Ctifl de Lanxade, 18-19 mars 2008.

Partenariats

- Stations régionales: La Pugère, La Tapy.
- Organismes de recherche: Cirad, Inra Avignon, UMR IATE Montpellier, CNRS Strasbourg.
- Pôles de compétitivité PEIFL et Q@liMEDiterranée.
- Partenariats privés: pépinières Escande, Agro Sélection Fruits, stations de conditionnement, groupe Creno, Mat Tiempo.



Emballage, conditionnement, conservation légumes Travaux et résultats

Modes de préparation et de conditionnement des légumes

- Bilan des possibilités de mise en place d'une DLUO sur quelques légumes préparés : haricot vert, asperge, brocoli, poireau, carotte, endive, melon. Ces légumes préparés, préemballés, justifient pour la maîtrise de leurs qualités d'un circuit du frais aux environs de 10°C avec quelques écarts possibles.
- Éléments de la chaîne du frais : démonstration des effets et possibilités de mise en place d'équipements pour assurer une chaîne du frais.

Emballage

- Emballages biodégradables. Étude des caractéristiques des films en PLA (issu d'amidon), des films mixtes papier-amidon comparés aux films en polypropylène, sur des sachets de pommes de terre. Les films mixtes présentent une meilleure tenue mécanique que les films en PLA seul. Ils montrent cependant des problèmes de perméabilité évolutive selon qu'ils sont plus ou moins hydrophiles ainsi que des risques de fragilité au niveau de la soudure.
- Veille technologique sur les matériaux et les modalités de conditionnement.
- Base de données « Emballage » : elle fait partie de la base de données

post-récolte IQualiE. Poursuite de la construction de fiches générales et d'une banque iconographique, ainsi que la compilation des données.

Conservation

- Fraise : analyse des éléments de la chaîne du froid dans le circuit. – Réalisation de constats et d'images thermiques en entrepôt d'expédition. – Elaboration d'un document sur les bonnes pratiques thermiques de la fraise entre la récolte et le magasin.
- Tomate : tests de contrôle fongique par thermothérapie en trempage. Déjà utilisé sur fruits, ce procédé peut présenter un intérêt sur quelques légumes sensibles aux contaminations parasitaires après récolte (haricot, tomates cocktail ou cerise, etc.).

Perspectives

Tailorpack : poursuite du programme de recherche ANR « Emballages actifs biodégradables adaptés à la conservation des fruits et légumes frais ». – Pour la partie fraise, les études sur la physiologie du fruit en conditions de conservation variable apporte des données pour la modélisation du comportement de variétés de fraise. – Pour l'action de composés aromatiques à action fongistatique, les premières molécules-doses utilisées sur des fruits conditionnés en barquettes filmées n'ont pas apportées d'effet suffisant. Des effets phytotoxiques ou de goût sont apparus pour une molécule.

Communication et diffusion

Publications

- Moras P. *et al.*, 2008. « Les légumes à simplification d'usage : préparation, maîtrise et qualité » Infos-Ctifl, n° 244, p. 21-26.
- Moras P. *et al.*, 2008. « Les films plastiques dégradables : application en culture et en emballage. » Infos-Ctifl, n° 245, p. 31-36.
- Moras P. *et al.*, 2008. « Le froid dans la filière des fruits et légumes. » Revue Générale du Froid, novembre 2008, p. 29-37.
- Moras P. *et al.*, 2008 « Comment conserver les légumes ? » Alter Agri, n° 90, p. 21-23.

Manifestations, Salons, Groupes de travail

- Séminaire 4^e gamme à Avignon : innovation en fruits et légumes de 4^e gamme.
- Rencontre technique Ctifl sur l'antenne de Rungis : « Légumes fraîcheur ».
- Journée Eco-conception à l'IUT d'Avignon.
- Colloque Quimper « Innovez par l'emballage ».
- Groupe de travail « Tailorpack » (emballages biodégradables actifs) avec l'Université de Montpellier, l'Inra d'Avignon, le CNRS de Strasbourg et des industriels de l'emballage papier.
- Groupe de travail base de données « Qualité après récolte et emballages ».

Partenariats

- Cemagref : techniques d'humidification, thermographie infrarouge.
- Casimir : essais de prototypes d'emballage, substances antifongiques.
- Universités de Montpellier, Avignon (programme Emballage, journées techniques, appels d'offres).

Suivi qualité commerciale filière

Contexte et objectifs

Le maintien de la qualité produite au champ jusqu'au consommateur nécessite la mise en place d'opérations qui, bien maîtrisées, permettront d'assurer le juste équilibre entre la qualité attendue par le consommateur et la rentabilité des entreprises de la production à la distribution. Les programmes « Suivi qualité commerciale filière » doivent mettre à la disposition de la filière les outils, moyens et savoirs adaptés pour analyser et préserver la qualité. L'objectif final est de communiquer (au niveau commercial, gustatif et nutritionnel) auprès des différents opérateurs de la filière, afin de leur permettre de mieux segmenter l'offre du produit proposé, de répondre aux différents cahiers des charges produits et de satisfaire le consommateur final. Ces programmes s'articulent autour de quatre axes principaux : ■ Références de la qualité et évaluation sensorielle fruits ; ■ Indicateur de la qualité gustative fruits ; ■ Références de la qualité et nouveaux outils légumes ; ■ Évaluation sensorielle et valorisation gustative légumes. Ils sont complétés par les programmes « Qualité aromatique » et « Qualités nutritionnelles ».

Références de la qualité et évaluation sensorielle fruits Travaux et résultats

Tests d'analyse sensorielle et tests consommateurs

- Réalisation de tests d'analyse sensorielle avec des panels entraînés sur les centres Ctifl de Lanxade et de Balandran et de tests consommateurs en restauration d'entreprise dans différentes régions françaises (Sud-Ouest, Sud-Est et région parisienne).
- Définition des caractéristiques sensorielles des nouvelles variétés : pommes, poires, pêches, cerises, fraises.
- Tests hédoniques. Analyses hédoniques sur pommes (Belchard® et Braeburn) et pêches (31 lots de différentes variétés de saveur douce, équilibrée et acidulée) : construction et validation de l'indicateur qualité gustative : Tastifel®.
- Projet européen Isafruit : réalisation de tests consommateurs avec un protocole commun sur 11 variétés de pommes dégustées dans 7 pays européens et sur 12 variétés de pêche dégustées dans 5 pays européens. Une cartographie des préférences sur chacune des espèces pomme et pêche a été réalisée pour déterminer les préférences des consommateurs des différents pays partenaires de l'étude. Les résultats ont été diffusés fin 2007 pour la pomme et en 2008 pour la pêche.

Mesure de l'incidence des techniques sur des paramètres du goût

- Étude du mode de conduite pomme : Mur fruitier et axe vertical.
- Incidence des modes et techniques de conservation sur les paramètres du goût : atmosphère contrôlée dynamique, traitement avec SmartFreshSM.
- Incidence des traitements au SmartFreshSM sur la qualité gustative de la pomme et des niveaux aromatiques (Tentation®, Pink Lady®).
- Réalisation de tests discriminatifs sur cerise : étude de l'impact du calibrage automatique sur l'aspect du produit.
- Étude « arrières-goûts » des pommes en fin de conservation.
- Modalité d'affinage des nouvelles variétés : poires (Elliot, Rocha), pêches.
- Évolution des composés volatils de l'abricot Bergeron en fonction de différentes conditions de conservation et/ou de post-maturation.
- Étude des caractéristiques organoleptiques des variétés d'abricots échelonnées dans la saison et notamment des caractéristiques aromatiques. Les abricots se répartissent en 4 groupes de potentiel aromatique différent.



Évolution et maîtrise du produit filière

L'analyse des marges de progrès possibles sur la filière fruits nécessite la connaissance de l'évolution qualitative du produit depuis son départ de la station fruitière jusqu'au rayon du magasin.

- Réalisation de « Suivis qualité filière » (pommes et fraises) à partir de lots tracés. Analyse de l'évolution des critères physico-chimiques (fermeté, sucres, acidité, jutosité) et sensoriels (paramètre du goût, arômes, saveur, texture). Ces suivis permettent de définir les maillons sensibles de la filière, de proposer des solutions améliorantes et de déterminer les seuils de qualité minima que doit justifier le produit au départ.

- Suivi de l'évolution de la qualité des nouvelles variétés de pomme (Cameo®, Ariane, Goldrush®) en circuit simulé afin d'en déduire les aptitudes de tenue de ces variétés dans la filière et leur qualité finale réellement perçue au niveau du consommateur.

- Elaboration d'une méthodologie commune pour l'analyse de l'acidité de la framboise (échantillons de framboises à prélever, méthode d'extraction du jus ou de la pulpe, etc.).

- Réalisation de référentiels visuels de défauts d'aspect : l'objectif est la réalisation d'un outil d'aide à l'agréage sous forme de fiches de défauts d'aspect, adaptables aux besoins des opérateurs de la distribution (grossistes, détaillants, etc.).

Base de données « Qualité après récolte et emballages »

Dans le cadre du développement par le Ctifl de bases de données comme vecteur d'information, élaboration d'une base de données IQualiE sur la qualité après récolte et les emballages, dont la cible est l'ensemble des opérateurs de la filière situés en aval de la production. Elle doit être un outil d'information orienté vers l'extérieur (accès au public), rassemblant l'ensemble des connaissances acquises sur les fruits et légumes.

- Sous forme de fiches pratiques, elle renseigne pour chaque produit les différents aspects de la qualité post récolte : critères d'appréciation de la qualité, qualités nutritionnelles, conditions de conservation, réglementation.

- Sa photothèque permettra d'illustrer et d'identifier différents types variétaux ou de variétés, des défauts d'aspect, éventuellement des pathogènes.

- Un module permettra d'établir les groupes de compatibilité pour la conservation courte des produits au niveau de l'aval de la filière.

- Elle sera en lien avec les résultats d'expérimentation du Ctifl et avec d'autres bases (base phytosanitaire, technico-économique, etc.).

- Cette base sera actualisée régulièrement.

Indicateur de la qualité gustative fruits

Mise au point d'un outil de mesure de la qualité gustative : Tastifel®

Afin de valoriser la qualité gustative des fruits d'une part et de mettre au point un nouvel outil technique pour définir les relations entre les itinéraires techniques et le goût, le Ctifl travaille sur la mise au point d'un outil de mesure fiable permettant de qualifier le niveau potentiel de qualité gustative d'un lot : « Tastifel® ». Tastifel® est un modèle mathématique qui lie les mesures physico-chimiques effectuées sur un lot à des notes de satisfaction gustative données par des consommateurs.

- Validation en cours du modèle mathématique pêche (nouvelle modélisation avec le logiciel libre « R »). – Réalisation de tests hédoniques au cours des mois de juin – août sur de nombreuses variétés de pêches et de nectarines (31 lots), de calibre différent. – A partir du modèle mathématique élaboré en 2007, les valeurs prédites et les valeurs observées lors des tests hédoniques ont été croisées. On constate globalement que le modèle a tendance à surévaluer les lots en particulier pour les lots à saveur acide et peu sucré.

- Poursuite des tests consommateurs sur pomme en région bordelaise pour créer un référentiel de données sur les variétés Belchard® et Braeburn, pour la modélisation des indicateurs respectifs sur chacune des variétés. Une première

modélisation a été réalisée en appliquant le modèle linéaire généralisé.

- Validation technique de Tastifel[®] sur les différents centres Ctifl. – Validation professionnelle sur la pomme au sein de stations fruitières partenaires (trois bassins de production) afin de tester les applications techniques de ce nouvel outil de mesure qualitative et d'étudier les modalités pratiques de sa mise en place dans le cadre de la démarche qualité de l'entreprise. – Étude en parallèle des relations entre les itinéraires culturels depuis le verger jusqu'à la conservation (y compris traitement avec SmartFreshSM) et les valeurs de Tastifel[®], afin de mesurer l'incidence directe de ces techniques sur la qualité gustative et de proposer à terme des marges de progrès.

Perspectives

- Mise en ligne de la base de données « Qualité après récolte et emballages » (IQualiE), pour mettre à la disposition de la filière des critères de qualité des fruits et légumes, ainsi que des indications sur l'emballage et la conservation.
- Validation de l'indicateur qualité pêche et pomme (Tastifel[®]) et réflexion sur l'extension de l'indicateur à d'autres variétés (pomme) et à d'autres produits.
- Finalisation des modèles Tastifel[®] sur Belchard[®] et Braeburn.
- Étude de la possibilité de suivi de l'évolution de Tastifel[®] dans le circuit de distribution.
- Consolidation et validation du modèle pêche à partir de la synthèse des données hédoniques et poursuite des tests consommateurs en restauration d'entreprise.
- Soumission d'un projet avec les partenaires d'Isafruit pour poursuivre l'étude de cartographie des préférences des consommateurs, sur les adultes, mais également sur les enfants.
- Rendez-vous Ctifl, Distribution-Détail-Commerce : Préférences gustatives des consommateurs – Mise en pratique des études sensorielles. Rungis, 18 mars 2009.
- Début de la rédaction d'un ouvrage sur la maturation des produits pêche, poire, abricot et kiwi. Sortie prévue en 2010.
- Tests discriminatifs de variétés d'amande pour des opérateurs de la filière.
- Étude de la perception organolepti-

que de variétés d'abricot à potentiels aromatiques différents et analyse des préférences des consommateurs.

- Étude de l'impact du calibrage automatique (MAF) en comparaison avec un calibrage manuel sur différentes variétés de cerise.

Communication et diffusion

Publications

- Lurol S. *et al.*, 2008. « Poire Elliot^{cov} – Date de récolte et condition d'affinage », Infos-Ctifl, n° 243, p. 30-33.
- Vaysse P. *et al.*, 2008. « Un indicateur du potentiel gustatif des pommes – Le Tastifel[®], un outil de diagnostic. » Infos-Ctifl, n° 244, p. 27-30.
- Vaysse P. *et al.*, 2008. « Analyse sensorielle châtaigne conservation. » Rencontre technique Châtaigne, centre Ctifl de Lanxade, 5 juin 2008.
- Vaysse P. et Reynier P., 2008. « *Vending machines for fresh fruits in schools.* » Poster: Conference on the School Fruit Scheme, Brussels, 15-16 December 2008.
- Lurol S. *et al.*, 2008. « La maturation post-récolte des pêches et des poires – Des fiches pratiques pour l'affinage. » Infos-Ctifl, n° 247, p. 13-16.
- Réalisation de 10 fiches variétales pomme, poire et pêche pour la revue L'Arboriculture Fruitière.
- « Validation d'un indicateur de la qualité gustative de la pomme: Tastifel[®]. » Mémoire de fin d'études, Ctifl – Université de Haute-Alsace, juillet 2008, 46 p.
- « Suivi de l'évolution de la qualité dans la filière fruits et légumes. » Mémoire de fin d'études, Ctifl – Université de Picardie Jules Verne, septembre 2008, 41 p.

Manifestations, Salons, Groupes de travail

- Vaysse P., 2008. « Les emballages biodégradables, quelles attentes? » Journées Ctifl, Magasins et marchés fruits

et légumes: agencements et nouvelles tendances, centre Ctifl de Lanxade, 18-19 mars 2008.

- Bonany J., 2008. « Cartographie des préférences des consommateurs de pommes en Europe (programme Isafruit) » Journée Nationale Pomme, Ctifl – La Morinière, 19 juin 2008.
- Vaysse P., 2008. « Cartographie des préférences des consommateurs de pommes en Europe (programme Isafruit). » Commission Ctifl Aval, 15 septembre 2008.
- Lurol S. *et al.*, 2008. « Synthèse des résultats d'essai sur l'affinage de la poire Elliot^{cov}. » Station La Pugère: présentation pour les stations de conditionnement et les éditeurs de la variété, 21 mai 2008.
- Hilaire C., 2008. Restitution des résultats de la cartographie des préférences des consommateurs européens pour la pêche. Girona, 28 novembre 2008.

Partenariats

- Validation du modèle sensibilité aux meurtrissures Sensifel[®]: La Morinière, Cefel, CEHM, Cirea, La Pugère.
- Étude « Arrière-goût » pomme en conservation: Cefel, Section Nationale Pomme, ITV.
- Qualité gustative Tastifel[®]: Enita Bordeaux. Validation professionnelle: Castang, Tastet, AZ Méditerranée, Vergers d'Anjou, Fruits du Loir, Association Pommes du Limousin, Pyrénées fruits.



Références de la qualité et nouveaux outils légumes

Travaux et résultats

Évolution et maîtrise du produit filière

- Réalisation sur fraise de « Suivis filière simulés » : analyse sur lots tracés de l'évolution des critères physico-chimiques (fermeté, sucre, acidité, jutosité, meurtrissures) et sensoriels (paramètre du goût, arômes, saveur, texture). Étude sur la variété Charlotte. Cette étude permet d'apprécier les aptitudes de la variété telle qu'elle sera présentée au consommateur.
- Étude comparative des deux systèmes d'humidification des rayons fruits et légumes existants : la nébulisation et la brumisation. – Enquêtes auprès de consommateurs sur la perception des différents systèmes, et tests de suivi de poids sur laitue, brocoli et radis dans le rayon humidifié de six magasins au cours de plusieurs journées. – Test de captation des gouttelettes d'eau grâce à un dispositif avec papiers buvards pour caractériser les systèmes (homogénéité de la dispersion des gouttes).
- Diagnostics de chambres froides en station de conditionnement, ou de grossistes : suivi de températures (avec différents outils dont la caméra infrarouge), d'hygrométrie, configuration des lieux, besoin en froid des produits etc.
- Mesures de l'évolution du poids de laitues et de feuilles de chêne dans différentes conditions de températures et d'hygrométrie.
- Participation au Groupe de travail sur le guide de « Bonnes Pratiques Hygiéniques » des transports routiers en températures dirigées.

Référentiels visuels et cahier des charges

- Référentiels visuels au stade production-expédition. Les référentiels visuels sont destinés à l'élaboration d'outils réalisés à façon pour les entreprises ou les structures amont gérant des cahiers des charges. Il existe actuellement des référentiels visuels légumes

disponibles pour la tomate, le melon et l'asperge, la fraise et l'asperge verte.

- Réalisation de référentiels pour des démarches qualité d'entreprises ou des démarches collectives.
- Référentiels visuels au stade distribution. Réalisation de catalogues de photographies de défauts d'aspects provoqués sur fruits et légumes au cours du circuit de distribution (choc, griffure, dégradation évolutive, etc.). L'objectif est de réaliser des outils d'agrèage, spécifiques aux opérateurs, et adaptés selon leurs propres critères de qualité. Finalisation début 2009 de 12 catalogues non exhaustifs répertoriant les défauts de divers fruits et légumes (une espèce végétale par catalogue).
- Cahier des charges. – Appui technique auprès des démarches professionnelles, en relation avec les services techniques des OP, pour assurer l'évolution des cahiers des charges de production, sur le plan local et national. – Participation à la rédaction de chartes nationales avec les professionnels pour servir de base à des cahiers des charges. – Suivi des chartes déjà en place et de leur adaptation aux nouvelles exigences réglementaires et aux exigences environnementales. – Veille technique sur la réglementation et sur les référentiels privés. – Rapprochement entre les exigences GlobalGap® et la charte « Tomate », amenant à des modifications de l'annexe technique de la charte.

Base de données

« Qualité après récolte et emballages »

- Dans le cadre du développement par le Ctifl de bases de données comme vecteur d'information, élaboration d'une base de données IQualiE sur la qualité après récolte et les emballages, dont la cible est l'ensemble des opérateurs de la filière situés en aval de la production. Elle doit être un outil d'information orienté vers l'extérieur (accès au public), rassemblant l'ensemble des connaissances acquises sur les fruits et légumes.
- Sous forme de fiches pratiques, elle renseigne pour chaque produit les différents aspects de la qualité post récolte : critères d'appréciation de la qualité, qualités nutritionnelles, conditions de conservation, réglementation.
 - Sa photothèque permettra d'illustrer et d'identifier différents types variétaux ou de variétés, des défauts d'aspect, éventuellement des pathogènes.
 - Un module permettra d'établir les groupes de compatibilité pour

la conservation courte des produits au niveau de l'aval de la filière.

- Elle sera en lien avec les résultats d'expérimentation du Ctifl et avec d'autres bases (base phytosanitaire, technico-économique, etc.).
- Cette base sera actualisée régulièrement.

Évaluation sensorielle et valorisation gustative légumes

Évaluation sensorielle et valorisation gustative

Les tests d'analyse sensorielle descriptive et discriminative à l'aide de panels entraînés sont réalisés sur les centres Ctifl de Lanxade et de Balandran. Les tests hédoniques ont été réalisés dans différentes régions françaises (Sud-Est, Sud-Ouest, Ouest et région parisienne) avec des panels de consommateurs. L'analyse des composés d'intérêts a été réalisée sur le centre Ctifl de Saint-Rémy-de-Provence.

Définition des caractéristiques sensorielles de variétés

- Asperge. Caractérisation sensorielle d'asperges blanches. L'influence du stade de couleur (pointe blanche, rosée et violette) a été étudiée sur 3 variétés et aucune différence n'a été mise en évidence pour les variétés Grolim et Darlise. La variété Orane présente des différences de texture en fonction du stade de couleur.
- Tomate. - Analyses de plusieurs lots d'un point de vue physico-chimique et sensoriel pour caractériser l'offre tomate dans sa globalité. L'objectif est également de connaître les préférences des consommateurs et leur segmentation face à la diversité organoleptique. – Réalisation du travail dans le cadre du projet européen Eusol : dégustation de 16 variétés dans trois villes en France. Des tests similaires ont été menés aux Pays-Bas et en Italie avec 13 variétés communes. – Face à la diversité de l'offre, des caractéristiques sensorielles peuvent être mises en avant, pour répondre à des attentes spécifiques des consommateurs. – Réalisation de tests en restauration collective sur une offre de segments de petit calibre gustatif, tous les produits ont reçu de bonnes notes de satisfaction.
- Fraise. - Analyse sensorielle de nouvelles variétés de fraise (Candiss, Betty, Asia, Daisy, Antea etc.). - Suivi de l'évolution physico-chimique et sensorielle de la

variété de fraise remontante Charlotte sur tout un cycle de production (avril à octobre) sur trois types de plant.

■ Melon. Connaissance de la diversité de l'offre melon à travers l'analyse des données organoleptiques de 16 types de melons, synthèse de deux années d'étude.

Mesure de l'incidence des techniques sur les paramètres du goût et les composés d'intérêt

■ Asperge. Caractérisation sensorielle d'asperges blanches produites dans deux types de sol (lourd et léger). Les profils sensoriels ne mettent pas en évidence de variation notable.

■ Tomate. - Étude de l'incidence de l'augmentation de la conductivité de la solution nutritive au niveau racinaire sur les caractéristiques physico-chimiques et sensorielles de la variété Marmara.

- Trois autres variétés ont également été étudiées pour évaluer l'impact de la méthode sur les variétés rondes, les types «cocktail» et «cerise». - Reprise de l'essai en conditions automne-hiver. - Le bilan de cette action montre que l'augmentation de la conductivité au niveau racinaire permet d'obtenir des produits qui se distinguent significativement des produits témoins, leurs caractéristiques dépendent de l'équilibre choisi pour la solution nutritive, les équilibres qui permettent de maîtriser le défaut de nécrose apicale induisent un produit plus acide dans les essais réalisés. - Étude de la variabilité de la teneur en vitamine C en fonction de la variété et de la solution nutritive.

■ Fraise. Études de l'incidence du type de plant, sur l'évolution qualitative de la variété de fraise Charlotte sur une saison de production. - Évolution des critères sensoriels de Charlotte en situation de suivi filière simulé. - Étude de la variabilité de la teneur en vitamine C en fonction de la variété et du mode de culture en sol et en hors-sol.

Perspectives

■ Pour faire face à la demande croissante de références qualitatives et d'évaluation de la durée de vie des produits : poursuite des actions de référencement de la qualité des fruits et légumes en fonction des itinéraires techniques, de distribution ou du niveau de leur préparation.

■ Poursuite des travaux sur la qualité de la tomate dans le cadre de deux projets en collaboration avec l'Inra : projet européen Eusol et projet PNRA-ANR

QualiTomFil. Tests consommateurs orientés sur l'étude de l'acceptabilité des produits des segments de type «anciens» et des différences de perception des produits selon la saison.

■ Poursuite des travaux d'analyse sensorielle sur la carotte.

■ Poursuite de la caractérisation sensorielle d'asperges blanches.

■ Poursuite des travaux comparatifs des systèmes d'humidification en rayon, avec recherche et mise au point d'un outil de diagnostic permettant la caractérisation des systèmes.

■ Animation de la session F&L des V^e Rencontres du Végétal, Angers (Agro campus Ouest INHP), 13-14 janvier 2009.

■ Les Rendez-vous Ctifl, distribution-détail-commerce «Solutions d'agencement des points de vente et marchés fruits et légumes», Espace Rungis du M.I.N. de Rungis, 16-19 mars 2009.

Communication et diffusion

Publications

■ Merendet V. *et al.*, 2008. «La conservation en réfrigérateur ménager.» Infos-Ctifl, n° 239, p. 27-32.

■ Grasselly D. *et al.*, 2008. «Culture de la tomate hors-sol - Effets de la salinité de la solution nutritive - Deuxième année d'essai : les aspects agronomiques (1^{re} partie).» Infos-Ctifl, n° 239, p. 41-45.

■ Navez B. *et al.*, 2008. «Aspect et critères sensoriels de la tomate gustative de petit calibre - Une très grande diversité.» Infos-Ctifl, n° 245, p. 25-30.

■ Navez B. *et al.*, 2008. «Culture de la tomate hors-sol - Effets de la salinité de la solution nutritive - Deuxième année d'essai : la qualité des fruits (2^e partie).» Infos-Ctifl, n° 240, p. 46-51.

■ Taurin V., 2008. «Effets de la conductivité électrique de la solution nutritive sur les qualités des tomates sur substrat.» Mémoire de fin d'études, Esitpa (Rouen).

Manifestations, Salons, Groupes de travail

■ Vaysse P., 2008. «Suivi de la qualité de Charlotte dans la filière». Rencontre technique Fraise, centre Ctifl de Lanxade, 11 décembre 2008.

■ Annibal S., 2008. «Brumisation et nébulisation : quelles utilisations?» Journées Magasins et marchés Fruits et Légumes, expo 2008 : agencements et nouvelles tendances, centre Ctifl de Lanxade, 18 et 19 mars 2008.

■ Présentation des travaux d'analyses sensorielles sur melon et visite du centre Ctifl, Congrès Eucarpia Cucurbitaceae 2008, Avignon, 21 au 24 mai 2008.

■ Navez B., 2008. «Approche de la variabilité de la teneur en vitamine C, un élément de la qualité nutritionnelle de la fraise.» Rencontre technique Fraise, centre Ctifl de Lanxade, 11 décembre 2008.

■ Réunion sur le projet Eusol, Toulouse, 13 au 15 novembre 2008.

Partenariats

■ Inra d'Avignon: UR Génétique et amélioration des fruits et légumes, Unité Plante et systèmes de cultures horticoles, Sécurité et qualité des produits d'origine végétale.

■ CICS Wageningen UR Pays Bas, CNR-IGV Italie, Inran Rome Italie, Nunhems Pays Bas.

■ Stations régionales: Sérail (Tomate), CEHM (Asperge).

■ Section Régionale Fraise - BGSO, AIFLG.

■ Section Nationale Asperge: référentiels visuels.

■ Travaux sur le système de nébulisation en partenariat avec le Cemagref d'Antony.

■ Syndicats du transport routier: Transfiguroute.

Qualités aromatiques

Contexte et objectifs

Afin de répondre aux exigences des consommateurs sur la qualité des produits alimentaires qu'ils consomment, il est nécessaire d'identifier et de maîtriser au mieux la qualité des produits au sein de la filière. Ce programme s'inscrit dans une recherche globale d'amélioration de la qualité. Son principal volet concerne l'amélioration des connaissances et l'étude de l'influence des techniques amont sur l'obtention de la qualité aromatique. L'objectif étant de répondre au besoin de la filière de communiquer sur la qualité des fruits et légumes, d'avoir une approche qualitative du produit jusqu'à sa distribution et de fournir des éléments de communication généraux vers le consommateur.

Travaux et résultats

Mesure de l'incidence des techniques sur des paramètres du goût de la pomme

- Incidence des traitements au Smart-FreshSM (1-MCP) sur la qualité gustative de la pomme et des niveaux en composés d'arômes (Tentation[®], Pink Lady[®]). Les premiers résultats montrent que, d'une manière générale, les échantillons traités offrent des teneurs en composés volatils plus faibles que les témoins non traités.
- Étude «arrière-goûts» des pommes en fin de conservation: caractérisation des mauvais goûts sur certains lots de pommes conservés en atmosphère contrôlée, étude des modalités de transfert bois de palox-fruit.

Emballages actifs biodégradables adaptés à la conservation des fruits et légumes frais

Pour la fraise, les essais ayant pour objet d'étudier l'action fongistatique potentielle de certains composés volatils d'arômes ont montré que les premières molécules-doses utilisées (le (E)-2-hexenal et le carvacrol à trois concentrations différentes) sur des fraises conditionnées en barquettes filmées n'ont pas apportées d'effet suffisant d'un point de vue fongistatique. Pour le carvacrol, des effets phytotoxiques ou des problèmes de goût ont même été constatés.

Influence de la date de semis sur les teneurs en composés volatils de la carotte.

Essais pour mesurer l'influence de dates de semis de deux variétés de carottes sur les teneurs en composés d'arômes, en caroténoïdes et en vitamine C. Les résultats sont actuellement en cours d'exploitation.

Évolution des composés volatils de l'abricot Bergeron à différents stades de maturités sous différentes conditions de conservation et/ou de post-maturation

Résultats : – les teneurs en composés d'arômes d'intérêts, responsables des notes florales et fruitées de ce fruit, augmentent avec le stade de maturité à la récolte, tandis que ceux responsables des notes vertes et herbacées diminuent ; – quelque soit le stade de maturité à la récolte, les teneurs en composés d'arômes d'intérêts sont plus importantes dans les abricots conservés 6 jours

à 20°C sans conservation au froid préalable, que celles observées à partir d'échantillons conservés 11 jours à 1°C puis 48h à 20°C.

Perspectives

Détermination des teneurs en composés volatils d'arômes dans différentes variétés de tomate au cours de la saison de production et en fonction du mode de culture.

Communication et diffusion

Publications

Aubert C. *et al.*, 2008. « *Changes in Physicochemical Characteristics and Volatile Compounds of Apricot (P. armeniaca L. cv Bergeron) during Storage and Post-Harvest Maturation.* » Soumis pour publication à Food Chemistry.

Partenariats

- Inra Montpellier
- Inra Avignon
- USTL Montpellier
- Ensa Toulouse
- Ctcpa



Qualités nutritionnelles

Contexte et objectifs

La filière fruits et légumes a besoin d'accroître sa communication sur le thème de la valeur nutritionnelle de ses produits et souhaite disposer des éléments techniques nécessaires. Ce programme a pour objectifs : ■ l'étude des atouts nutritionnels des fruits et légumes frais ; ■ la constitution d'un référentiel des composés d'intérêt ; ■ l'actualisation des valeurs selon l'évolution des techniques culturales et post-récolte ; ■ la valorisation des atouts nutritionnels des fruits et légumes et de leur effet sur la santé.

Travaux et résultats

Polyphénols

■ Mise au point d'une méthode de dosage des polyphénols dans les fruits et légumes et en particulier dans la pomme, la tomate et la fraise. Les polyphénols sont des antioxydants présents dans tous les végétaux et de nombreuses études scientifiques menées sur ces composés ont montré qu'ils permettent de réduire le risque de nombreuses maladies cardiovasculaires et certains types de cancers chez l'homme. Il est ainsi important d'identifier et de quantifier ces composés dans les différents fruits et légumes consommés par l'homme, afin de savoir lesquels sont les plus riches en polyphénols, et donc les plus à même d'avoir un effet bénéfique sur la santé des consommateurs. ■ Mise en place d'une méthode d'extraction optimisée (CLHP/DAD) des

polyphénols en particulier dans la pomme, où les principaux composés ont ainsi été identifiés et quantifiés (différents glycosides de quercétine, la phloridzine, des tannins, etc.).

- Application de cette méthode à la fraise et à la tomate.
- La méthode développée ici peut être appliquée à différents fruits et légumes et permet donc une comparaison des profils phénoliques de différentes espèces ou variétés ainsi que l'étude de l'influence de certains traitements sur la quantité de polyphénols.

Caroténoïdes

Optimisation d'une méthode de dosage des caroténoïdes dans les fruits et légumes et en particulier du lycopène, de l'alpha et du bêta-carotène dans l'abricot, la tomate, le melon et la carotte précédemment mise au point au laboratoire (CLHP en phase inverse). La méthode présentée dans cette étude est fiable, rapide et simple, elle utilise peu de solvant et nécessite des temps d'analyse courts (moins de 25 min).

Vitamine C

Optimisation d'une méthode de dosage de la vitamine C dans les fruits et légumes. L'accent a été mis notamment sur les paramètres de la réduction de l'acide ascorbique (AA) en acide déhydroascorbique (DHA) par du tris(2-carboxyethyl)phosphine (TCEP). Différents paramètres tels que la concentration en TCEP, le temps et la température de la réaction de réduction ont été optimisés.

Influence de la date de semis sur les teneurs en composés volatils de la carotte.

Mesure de l'influence de dates de semis de deux variétés de carottes sur les teneurs en composés d'arômes, en caroténoïdes et en vitamine C. Les résultats sont actuellement en cours d'exploitation.

Perspectives

- Mise au point d'une méthode d'extraction et de dosage des tanins (procyanidols) dans les fruits et légumes.
- Détermination des teneurs en polyphénols de différentes variétés de pomme en relation avec leur taux de brunissement enzymatique.
- Détermination de la teneur en vitamine C, en polyphénols et en caroténoïdes dans différentes variétés de tomates au cours de la saison de production et en fonction du mode de culture.

Partenariats

- Inra Montpellier
- Inra Avignon
- USTL Montpellier
- Ensa Toulouse
- Ctcpa.

Traçabilité - Expertise charte Sécurité des aliments

Contexte et objectifs

La traçabilité est l'un des outils des démarches de qualité. La qualité du produit proposée aux consommateurs est liée aux conditions techniques à chaque étape de la filière. L'un des enjeux de la traçabilité est d'assurer à la fois la connaissance des opérations réalisées sur le produit à chaque étape de la filière et la continuité des informations sur un lot donné. Il est également important de répondre aux évolutions réglementaires européennes en termes de traçabilité et de sécurité des aliments. Ce programme a donc pour objectifs d'associer l'ensemble de la filière fruits et légumes dans une démarche de traçabilité, du producteur au consommateur. Il vise à :

- adapter la traçabilité aux produits et aux structures concernés ;
- informer les professionnels sur les nouvelles dispositions réglementaires en matière de traçabilité et d'hygiène dans la filière fruits et légumes.

Travaux et résultats

Appui à l'interprofession

- Veille technologique sur les outils de traçabilité (code barre, PLU, puces, logiciels, etc.).
- Élaboration d'une liste d'entreprises fournisseurs de matériels et de services dans le domaine de la traçabilité.
- Participation au groupe de travail de la Fédération Nationale des Transports Routiers pour la rédaction d'un Guide de Bonnes Pratiques Hygiéniques (GBPH) dans le transport des denrées alimentaires sous température dirigée (dont font partie les fruits et légumes frais ainsi que la 4^e gamme).
- Tenue et mise à jour d'une base de données des outils disponibles sur le marché pour faciliter le choix des professionnels lors de l'acquisition de matériel informatique.
- Participation technique sur les démarches d'harmonisation des échanges de données au sein de l'exploitation, en relation avec Agro EDI Europe.

- Cahier des charges. – Appui technique auprès des démarches professionnelles, en relation avec les services techniques des OP, pour assurer l'évolution des cahiers des charges de production, sur le plan local et national. – Participation à la rédaction de chartes nationales avec les professionnels pour servir de base à des cahiers des charges. – Suivi des chartes déjà en place et de leur adaptation aux nouvelles exigences réglementaires, et aux exigences environnementales. – Veille technique sur la réglementation et sur les référentiels privés. – Rapprochement entre les exigences Global Gap® et la charte « tomate », amenant à des modifications de l'annexe technique de la charte.

Appui aux entreprises

Intervention (formation et assistance technique) auprès d'entreprises voulant mettre en place une traçabilité sur des points techniques relevant de la compétence du Ctifl : facteurs clés de la qualité du produit en production, déclenchement de la récolte, organisation de chantiers, appréciation de la qualité du produit, suivi de la qualité en distribution, codification des produits, etc.

Hygiène des fruits et légumes frais

- Dans le cadre de la Commission Qualité Environnement Ctifl – Interfel – Viniflor : rédaction du volet production primaire du Guide de Bonnes Pratiques Hygiéniques des fruits et légumes frais non transformés.
- Dépôt du Guide de Bonnes Pratiques Hygiéniques des fruits et légumes frais non transformés étendu à la production primaire auprès des instances officielles de validation (DGS, DGCCRF, DGAL), en 2007.
- Prise en compte des remarques et des demandes de compléments, reçues de la part des ministères en 2008, puis modifications du document initial, validé par les familles professionnelles de l'amont. Dépôt de la nouvelle version du GBPH fruits et légumes frais non transformés étendu à la production primaire, pour soumission à l'approbation des Pouvoirs Publics avant son transfert à l'AFSSA, le 11 décembre 2008.
- Acquisition de références sur la notion d' « Eau propre » appliquée à l'irrigation des fruits et légumes au travers d'essais sur le terrain.
- Poursuite de la révision du GBPH des végétaux crus prêts à l'emploi : coordination des comités de révision au stade industriel et au stade détail – gros – distribution (cf. programme « Fruits et légumes frais préparés »).

Perspectives

- Publication au JO du GBPH des fruits et légumes frais non transformés dans sa nouvelle version.
- Actualisation et réalisation d'un outil d'aide à la mise en place du GBPH des fruits et légumes frais non transformés dans les entreprises, notamment au stade production primaire.
- Poursuite de la révision du GBPH des végétaux crus prêts à l'emploi : coordination des comités de révision au stade industriel et au stade détail – gros – distribution. (cf. programme « Fruits et légumes frais préparés »).

Communication et diffusion

Publications

Glémot C., 2008. « Migration des systèmes de codification et de marquage : vers un arrêt de la codification nationale. » Infos-Ctifl, n° 246, p. 21-25.

Manifestations, Salons, Groupes de travail

- Réunion du groupe de travail amont, 17 octobre 2008.
- Groupe de travail de la Fédération Nationale des Transports Routiers pour la rédaction d'un Guide de Bonnes Pratiques Hygiéniques (GBPH).
- Réunions du Groupe de travail GBPH des végétaux crus prêts à l'emploi : stade industriel et stade détail – gros – distribution.



Fruits et légumes frais préparés

Contexte et objectifs

Le marché de la 4^e gamme est bien implanté aux États-Unis mais également en Europe du Nord. Le marché français semble plus timoré, et pourtant, les volumes de vente en France sont équivalents à ceux enregistrés en Espagne ou en Italie. Quoiqu'il en soit, ce marché présente depuis 2001 une courbe de croissance exponentielle. En 2008, le marché français de la 4^e gamme représente 105 000 tonnes pour une valeur de 583 millions d'euros (source Nielsen). Sur l'ensemble du marché de la 4^e gamme, les résultats de l'année 2008 sont similaires à ceux de 2007. Les opérateurs industriels sont clairement définis. Il apparaît parallèlement de nouveaux intervenants qui préparent des végétaux crus prêts à l'emploi sur le lieu même de leur vente. L'ensemble de ces acteurs sollicite un soutien technique avec pour objectif de proposer des produits attrayants et d'assurer la sécurité du consommateur.

Travaux et résultats

Guide de Bonnes Pratiques d'Hygiène

Rédaction de la nouvelle version du Guide de Bonnes Pratiques d'Hygiène et d'application des principes HACCP (GBPH) des végétaux crus prêts à l'emploi : afin de répondre au mieux aux attentes de l'ensemble des opérateurs de cette filière, deux comités ont été constitués. L'un porte sur le volet industriel, l'autre porte sur le volet détail, gros, distribution. Les deux comités se réunissent régulièrement au cours de réunions coordonnées par le Ctifl.

Soutien technique à la filière

À la demande de plusieurs opérateurs, des visites de diagnostics de leur atelier de préparation ou de leurs locaux ont été organisées. – Ces diagnostics permettent de mettre en relief les points forts et les points à améliorer des ateliers existants. – Pour les professionnels qui envisagent de proposer des végétaux crus prêts à l'emploi, ces diagnostics permettent de préciser si ces locaux peuvent être installés en atelier de préparation, et quels sont les coûts à envisager. – L'objectif est de promouvoir la consommation des fruits et légumes frais et d'assurer la sécurité du consommateur.

Comportement de variétés de melon lors de la préparation des végétaux crus prêts à l'emploi

■ Étude comparative sur les variétés Charentais jaune, Galia, Canari, Piel de Sapo. – Il ressort de cette étude que la variété Piel de Sapo apparaît la plus adaptée à la préparation en 4^e gamme. Cette variété conserve une bonne fermeté, une bonne qualité gustative et se montre la plus stable microbiologiquement. Une durée de vie de 7 jours apparaît raisonnable. – En revanche, la variété Canari n'est pas adaptée à la 4^e gamme. – Les variétés Galia et Charentais jaune sont intéressantes mais avec des durées de vie plus courtes (3 à 5 jours). ■ Évaluation de l'impact du mode de découpe : en cube ou en tranche. Il ressort que plus l'intégrité du végétal est atteinte, moins le produit se conserve (les cubes sont microbiologiquement plus sensibles que les tranches).

Comportement de variétés de pomme lors de la préparation des végétaux crus prêts à l'emploi

Les variétés étudiées sont Golden, Pink Lady®, Braeburn, Fuji et Red Chief. Parmi ces variétés, Fuji brunit le moins et peut donc être conseillée en 4^e gamme. En revanche, Red Chief et Pink Lady® brunissent très vite (1 à 2 heures après la coupe, leur aspect les rend non commercialisables).

Perspectives

- Poursuite de la rédaction de la nouvelle version du GBPH des végétaux crus prêts à l'emploi.
- Poursuite de l'étude du comportement des variétés de pomme lors de la préparation de végétaux crus prêts à l'emploi.
- Soutien technique aux professionnels qui veulent préparer des végétaux crus prêts à l'emploi sur le lieu de vente.
- Validation d'une méthodologie de préparation des végétaux crus prêts à l'emploi sur le lieu de vente.

Communication et diffusion

Publications

- Faure A., 2008. «Freshconex: le rendez-vous de la 4^e gamme – Berlin (Allemagne), du 6 au 9 février 2008.» Infos-Ctifl, n° 241, p. 6-7.
- Faure A., 2008. «Fruits et légumes frais prêts à l'emploi. Tour d'horizon de l'offre en France.» Infos-Ctifl, n° 246, p. 9-10.

Manifestations, Salons, Groupes de travail

- Freshconex, Berlin, 6 au 9 février 2008.
- Scandella D. et Moras P., 2008. «Panorama des marchés en France et en Europe» et «La recherche face aux problématiques 4^e gamme: de la matière première au produit fini». Colloque «Innovation en fruits et légumes de 4^e gamme: de l'idée à la mise en marché», Miffel, Avignon, 14 octobre 2008.
- Groupe de travail aval, Paris, 15 septembre 2008.
- Comités de pilotage de la révision du GBPH des végétaux crus prêts à l'emploi, stade industriel et stade détail – gros – distribution.

Partenariats

Travaux avec les adhérents du SFPAE et les opérateurs de la filière 4^e gamme.

Diagnostic environnemental

Contexte et objectifs

Aux différentes étapes de la production, du conditionnement et de la distribution des fruits, les pratiques des opérateurs peuvent avoir des effets sur l'environnement: la qualité des eaux, de l'air, des sols, des paysages. Pour assurer une relation de confiance entre les producteurs, les distributeurs et les consommateurs, favorable à une relance des achats de fruits, il est important d'identifier les pratiques favorables ou non à l'environnement. Cette nouvelle exigence est complémentaire des efforts soutenus pour maîtriser la qualité des produits. Elle pourrait permettre à terme de valoriser des atouts environnementaux et de se démarquer ainsi de la concurrence. Elle permet dans l'immédiat d'étudier des stratégies de réponses aux exigences d'ordres réglementaires (nationales ou européennes) ou d'origines contractuelles (démarches en production ou cahier des charges distributeurs). Les principaux objectifs sont de: ■ fabriquer à partir de méthodes déjà expérimentées des outils de diagnostic environnemental utilisables en interne par les entreprises ou en externe par des prestataires de service; ■ assurer une veille sur les références techniques auxquelles ces outils font appel; ■ assurer un service auprès d'entreprises pour la mise en place de plans d'actions issus de diagnostics, dans le cadre, par exemple, d'une politique volontariste de management environnemental.

Travaux et résultats

Outil d'estimation des risques d'impact environnemental des pratiques culturales en arboriculture: iBop®

■ Poursuite de la fabrication du logiciel iBop®. – Il permettra un calcul automatisé des indicateurs à partir de données introduites par des agriculteurs ou des techniciens, mis à disposition sur internet. – Ce travail est le fruit d'une collaboration qui associe l'Inra (concepteur de la méthode Indigo®), l'IFVV, le Cetiom, le CIVC et le Ctifl. – Cette démarche demandera un important travail de concertation et de formation auprès des techniciens et des agriculteurs qui l'utiliseront à terme comme outil d'aide à la décision, dans le but d'ajuster leurs pratiques aux exigences environnementales (protection phytosanitaire, fertilisation azotée, irrigation, etc.).

■ Développement d'un indicateur permettant d'évaluer les potentialités écologiques et l'intérêt des structures non productives (I-Aménagement Arbo).

Perspectives

- Finaliser l'informatisation de l'outil iBop® (indicateurs I-PHY et I-N) et proposer sa validation technique et professionnelle auprès d'un panel d'utilisateurs test.
- Poursuivre le développement d'autres indicateurs et les intégrer dans iBop®: aménagement, IRRig, etc.
- Présenter et former à l'utilisation d'iBop®.

- Maintenir une veille technique et réglementaire sur les sujets abordés par le management environnemental des exploitations.
- Mettre à disposition de la filière des références techniques pour l'utilisation d'outils plus ciblés (bilan énergie, bilan carbone, analyses de cycle de vie).
- Appui technique aux entreprises intéressées par la démarche de qualification environnementale.

Communication et diffusion

Publications

Soing P., 2008. « Développement durable et évaluation environnementale – Deux méthodes présentées – Bilan carbone. TM et Analyse de cycle de vie. » Infos-Ctifl, n° 239, p. 46-49.

Partenariats

Collaborations avec d'autres instituts techniques (IFVV, Arvalis, Cetiom) ou organismes professionnels (CIVC) pour la construction d'iBop®.

Gestion et qualité des eaux en station fruitière

Contexte et objectifs

L'eau fait partie des intrants majeurs en station fruitière. Elle est en contact avec les fruits et devient une source de contamination sanitaire potentielle pour les produits. À l'inverse, les fruits peuvent « charger » l'eau, ensuite rejetée. Il est donc nécessaire d'évaluer les possibles contaminations réciproques entre l'eau et les pommes. L'eau est un consommable dont il est nécessaire de raisonner l'utilisation, afin d'en maîtriser le coût et d'optimiser les pratiques dans une démarche de développement durable. L'évaluation des pratiques, la quantification et la qualification des volumes d'eau, doivent permettre une réduction des consommations. Enfin, les traitements des effluents avant rejets, lorsqu'ils sont nécessaires, doivent être étudiés. L'autre intrant majeur en station fruitière est l'énergie. Après l'étude de l'eau selon plusieurs axes, une réflexion est entamée sur la thématique « énergie ». Celle-ci permettra de poursuivre la démarche globale de gestion des stations fruitières, dans un objectif technico-économique, mais aussi environnemental, intégrant notamment la demande d'analyse du cycle de vie.

Travaux et résultats

Étude de la contamination croisée des pommes par de faibles teneurs en pesticides présents dans l'eau

■ Évaluation de la concentration dans l'eau à partir de laquelle des faibles teneurs en thiabendazole (TBZ) ou diphénylamine (DPA) peuvent induire une contamination croisée des pommes trempées dans ce bain. – Réalisation de trempages de fruits non traités en laboratoire, dans des bains de TBZ et de DPA à différentes concentrations. Utilisation de deux variétés, l'une à épiderme « gras » (Pink Lady®) et l'autre à épiderme « non gras » (Braeburn). – Analyse des résidus de ces matières actives sur les fruits. – Résultats : mise en évidence des différences de comportement entre les matières actives. La DPA « marque » beaucoup plus facilement les fruits que le TBZ. Les fruits « gras » fixent plus facilement des résidus de produits phytosanitaires. La formulation lipophile de ces produits peut expliquer ce phénomène.

■ Confirmation au travers de ces résultats du risque de contamination croisée avec la DPA pour des pommes non traitées en contact avec l'eau des bains d'un précalibrage. La contamination croisée avec du TBZ en station est nettement moins probable. Ces contaminations n'entraînent cependant pas de risque sanitaire pour le consommateur (teneurs à l'état de traces, très inférieures aux LMR).

Suivi des résidus phytosanitaires des pommes dans l'eau en station fruitière

Évaluation de l'impact d'un passage dans l'eau dans un circuit de précalibrage et de conditionnement en station fruitière, sur le

taux de résidus phytosanitaires présents sur les pommes. – Analyse de trois molécules : la DPA, le TBZ et la propargite. Les variétés Braeburn et Pink Lady® sont prises comme support. – Résultats hétérogènes au niveau des répétitions (trois lots prélevés le même jour au même instant, au même endroit). Ces variations de niveau de résidus au sein des répétitions mettent en évidence la difficulté d'interprétation d'une analyse unique de résidus sur un lot. – Observation dans certains cas d'une légère diminution du niveau de résidus sur fruits. Elle n'est pas systématique. Elle est d'autant plus visible que la charge de résidus initiale est élevée au départ (1 à 2 fois la LMR dans cet essai). – En aucun cas le passage dans l'eau des pommes en station fruitière ne permet de supprimer toutes traces de résidus phytosanitaires sur pommes.

Étude du risque de contamination des pommes dans l'eau en station fruitière

Dans les stations fruitières, l'eau permettant de véhiculer les fruits est potable lors de sa première utilisation, elle se charge au fur et à mesure en matière organique. Évaluation, dans le cadre de cette étude, du risque de contamination microbiologique des pommes en contact avec cette eau.

■ Étude de la bactérie *E. coli*, traceur de la contamination fécale et bénéficiant de seuils limites définis dans la législation applicable aux fruits et légumes pré-découpés. – Résultats lors de contaminations artificielles : une concentration de 104 UFC/ml de *E. coli* dans l'eau est nécessaire pour contaminer des pommes qui sont immergées de 20 minutes à deux heures dans celle-ci. La concentration de *E. coli* dénombrée sur pomme est proche du seuil de détection de 10

ufc/g de produit. Cette valeur est bien inférieure aux seuils limites définis pour les fruits et légumes prédécoupés.

■ Suivi de la qualité de l'eau et de la contamination des pommes dans deux stations fruitières durant quatre semaines: il montre la faible contamination de l'eau des bains d'immersion (< 40 ufc/ml d'*E. coli*). Aucun lot ne présente de *E. coli* sur pommes en sortie de conditionnement (limite de détection de *E. coli*: 10 ufc/g de produit). Le risque estimé est donc particulièrement faible.

Étude du traitement des effluents de drencher

Test de trois procédés selon le protocole national de validation des procédés d'épuration: le système Sentinel® de la société WMEC Limited, le système DeccoStrad de TECDA Control, et le système STBR2 d'Aderbio Développement. Les deux premiers sont des procédés physico-chimiques, le troisième est basé sur le pouvoir épurateur d'une flore microbologique en milieu liquide. – Les résultats obtenus avec le Sentinel® ont permis le dépôt en 2007 d'un dossier d'enregistrement au ministère de l'Écologie et du Développement Durable. C'est aujourd'hui le seul système validé pour les traitements post-récolte. Il nécessite du temps et de la main-d'œuvre qualifiée pour son bon fonctionnement. Il demande l'installation d'une cuve «tampon» de stockage en amont, ainsi qu'une cuve «tampon» en sortie d'épuration. – Les résultats du système DeccoStrad sont trop variables pour être validés en l'état. Des réglages du processus sont nécessaires. – Enfin la société Aderbio Développement a déposé une demande d'enregistrement de son procédé STBR2.

Analyse de la consommation énergétique en station fruitière

Démarrage en 2008 d'une enquête sur la consommation énergétique de cinq stations fruitières, les objectifs de cette étude sont multiples. – Quantifier la consommation énergétique par grand poste d'activité d'une station: les premiers résultats ne permettent pas de répartir les consommations dans la station. Celle-ci ne dispose en général que d'un seul compteur. Des mesures et relevés sur sites vont être nécessaires afin de répartir les consommations entre le stockage, le précalibrage et le conditionnement. – Étudier les différences de consommation en fonction des procédés utilisés: des relevés de consommation en station sont nécessaires, avec des données précises de «tonnage concerné», de «température demandée», etc.

Perspectives

- Étude de la consommation énergétique d'une station fruitière, acquérir un référentiel de consommation d'énergie en fonction de l'activité: énergie par tonne de pommes stockées, énergie par tonne de pommes calibrées, énergie par tonne de pommes conditionnées, selon les procédés employés.
- Veille technique sur les systèmes d'épuration adaptés aux effluents phytosanitaires de drencher.
- Veille technique sur les systèmes de traitements des eaux de station fruitière (eau pour véhiculer les pommes, eau de rinçage, etc.).

Communication et diffusion

Publications

- Coureau C. *et al.*, 2007. «Eau en station fruitière: évaluation du risque microbiologique.» *L'Arboriculture fruitière*, n° 619, p. 20-23.
- Coureau C. *et al.*, 2007. «Pour de l'eau de qualité en station fruitière.» *Réussir Fruits et Légumes*, n° 267, p. 40-43.
- Coureau C. *et al.*, 2007. «Gestion de l'eau en station fruitière.» Éditions Ctifl, 136 p.
- Bulletin «Infos Stations Fruitières» n° 31, mars 2008: étude nationale Ctifl, 2005, «Gestion de l'eau en station fruitière».

Partenariats

- La Morinière
- Syngenta Agro SAS
- Cerexagri Division
- Maf Roda
- Alba Environnement.